

常時微動のミニアレイ展開観測に基づく浅層S波速度構造の推定

福井大学 正会員 ○小嶋 啓介
(株)大林組 (元福井大学) 下野 幸宏

1. まえがき

常時微動アレイ観測は、数百mに及ぶ大きなアレイ半径を用いて、地震学的規模のS波速度構造を推定することを目的として実施されることが多い。本研究ではアレイ観測を、構造物の建設に際して実施されるボーリングなどの地盤調査法の一つとして位置づける。数m程度の半径を用いたミニアレイ観測を稠密に実施し、構造物支持層までの地盤構造が推定できれば、ボーリングなどコストと時間を要する地質調査を抑えながら、信頼性の高い設計・施工が可能となると考えられる。

2. ミニアレイ観測に基づくS波速度構造の推定

適用地点は図-1に示す福井大学文京キャンパスであり、図中に示した過去にボーリングが実施されている地点近傍の15カ所で、常時微動のアレイ観測を実施した。なお図の中央付近の総合棟ではP-S検層が実施されている。正三角形の重心に3成分計(JEP6A3)、頂点に上下成分計(JEP6A1)を置き、サンプリング間隔0.01sで約6分間観測した。30~40mまでの浅い地盤構造の推定を対象とし、アレイ半径としては1,2,4mの3種類を採用した。小アレイ観測による浅層地盤構造推定の可能性を以下の手順により検証する。1)アレイ半径ごとに空間自己相関法を適用して、Rayleigh波位

相速度曲線を算出する。2) 深さ Z までの平均 S 波速度が、波長 λ ($\lambda \approx 1.3 Z$) の位相速度で近似できることを利用し初期 S 波速度構造を求める。3) Rayleigh 波位相速度をターゲットとし、遺伝的アルゴリズム(GA)を用いて最適 S 波速度構造を探索する。4) 最適 S 波速度構造と、ボーリング情報の比較を行う。

図－２のプロットと上下の細線は、アレイ観測から求められた Rayleigh 波位相速度とその分散を示している．やや不連続で分散が大きい部分も見受けられるが、小さなアレイによる微動観測から、正の分散性を持つ位相速度曲線が求められていることが確認できる．図－２中の灰色と黒の太線は、初期地盤構造および最適地盤構造による理論位相速度である．初期地盤では観測結果と異なる位相速度が求められている地点においても、最適化を行うことにより、観測位相速度を平均的に再現できる地盤モデルが求められていることが確認できる．

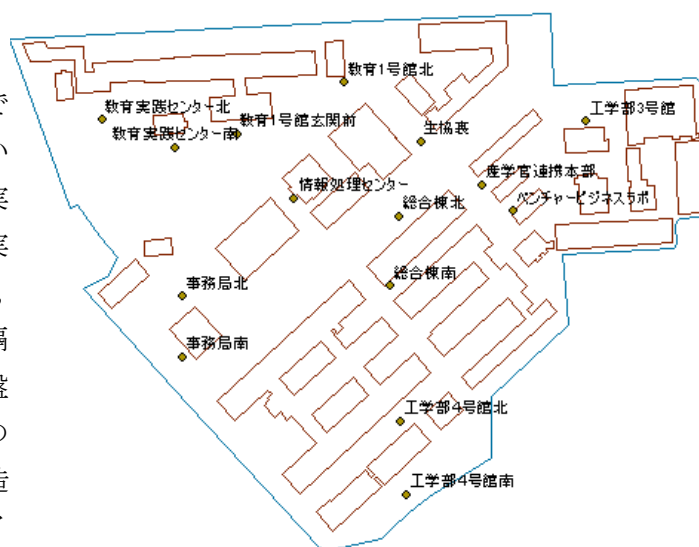


図-1 微動観測地点(福井大学文京キャンパス)

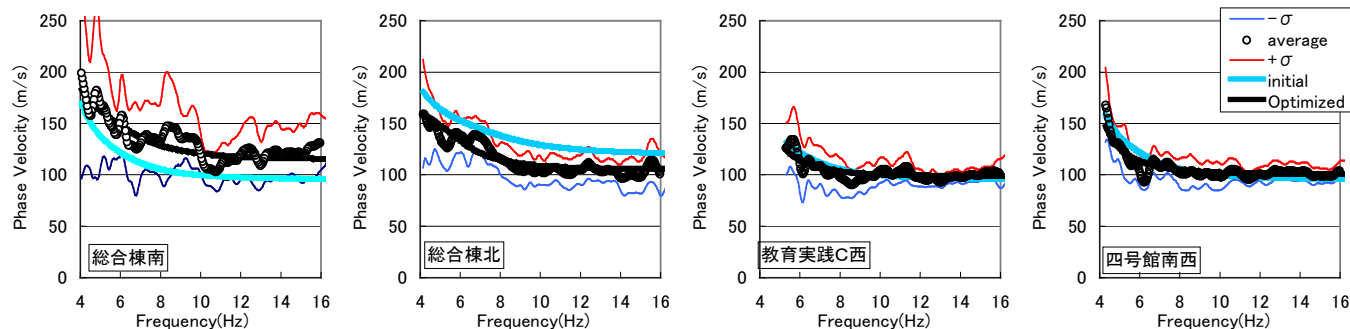


図-2 観測位相速度と最適地盤構造による理論位相速度の比較

キーワード 常時微動, アレイ観測, S波速度構造, 逆解析, GIS

連絡先 〒910-8507 福井市文京 3-9-1 福井大学工学研究科建築建設工学専攻 TEL 0776-27-8592

図-3の○は、総合棟南で実施されたP S検層によるS波速度であり、●はN値から略算したS波速度分布を示している。また、太い灰色線はアレイ観測によるRayleigh波の位相速度から設定した初期構造、実線は最適化されたS波速度モデルを示している。アレイ観測に基づく構造では、沖積層を3層に区分したため、P S検層などによる構造を完全には再現し得ていないが、深さ20m程度までのS波速度分布や洪積層の出現深度など、概ね再現していると判断できる。総合棟における地盤構造を初期地盤構造として、残る13地点においても同様の最適化計算を行い、3層と仮定した沖積層の層厚とS波速度の算出を行った。図-4は、観測地点ごとの常時微動のアレイ観測とボーリングに基づく沖積層厚の比較である。最大で数m異なっている地点も認められるが、多くの地点で両者の差異は1m以内であり、小アレイ観測のみから比較的信頼性の高い地盤構造が推定できることを確認できたものと考えられる。

3. 福井大学文京キャンパスの3次元S波速度構造の推定

小アレイによる推定地盤構造をサンプルとし、GIS(ArcGIS)を用いて、文京キャンパス全体の3層に区分した沖積層のS波速度構造の3次元構造を求めた。図-5は、空間補間にIDW(Inverse Distance Weighted)法を用いた場合の、アレイ観測ならびにボーリング情報に基づく沖積層厚分布の比較である。キャンパス中央付近でやや異なる分布となっているが、北が深く南が浅い傾向は概ね一致していると判断できる。

4. あとがき

半径1~4mという小アレイを用いた微動観測から、深さ30m程度までのS波速度構造が推定でき、GISを組み合わせることにより、対象地域の3次元S波速度構造が比較的容易に推定できることを確認した。本手法を実務に応用するためには、アレイ半径や微動収録条件などの観測条件と、S波速度の推定精度および探查可能深度などの検証を行う必要があると考えられる。

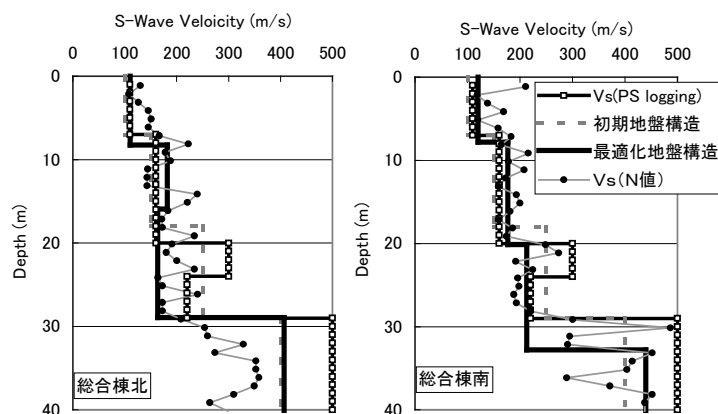


図-3 S波速度構造の比較

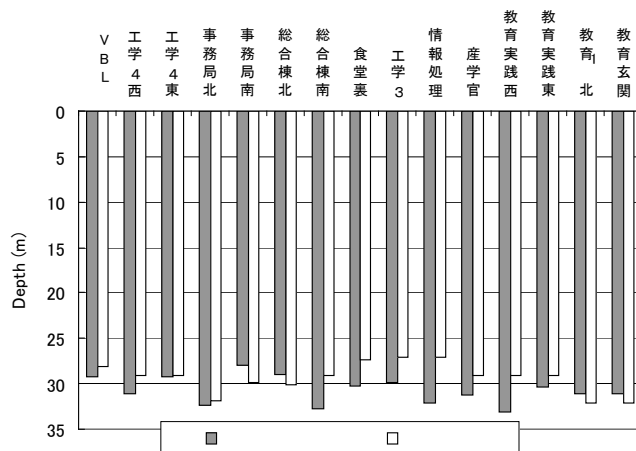


図-4 全観測地点の沖積層厚の比較

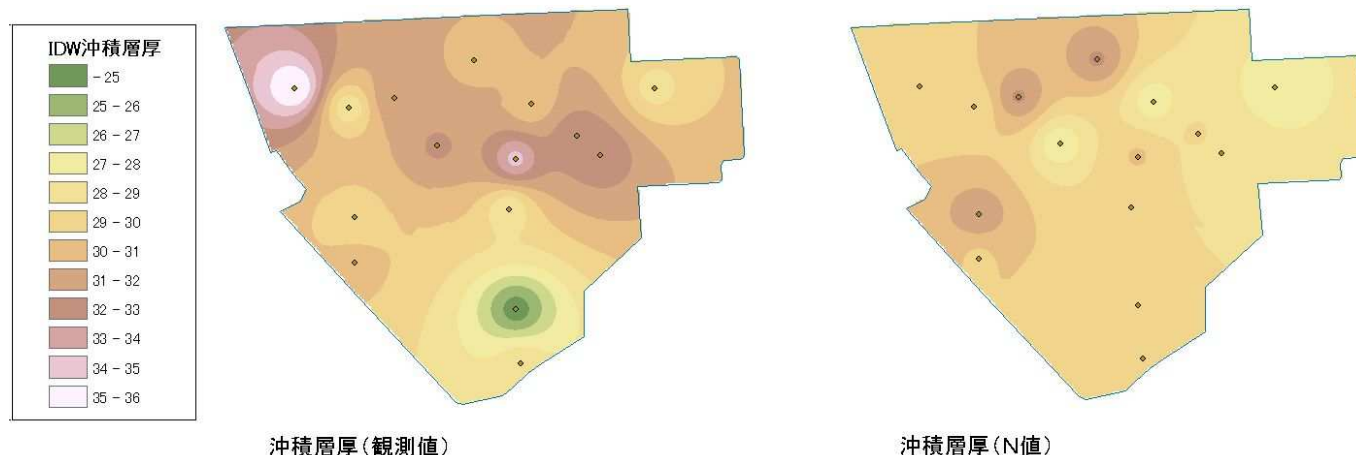


図-5 微動アレイおよびボーリング情報に基づく福井大学文京キャンパスの沖積層厚さ分布の比較